

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-247542

(43)Date of publication of application : 03.10.1989

(51)Int.Cl. C22C 21/00

C22F 1/04

F28F 21/08

(21)Application number : 63-075157 (71)Applicant : FURUKAWA ALUM CO LTD

(22)Date of filing : 29.03.1988 (72)Inventor : TOGAMI YOSHIRO  
ISHIKAWA KAZUNORI  
ASAMI SHIGENORI

(54) SAGGING-RESISTANT ALUMINUM ALLOY FIN MATERIAL FOR HEAT EXCHANGER

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain the title fin material hard to deform at high temp. by constituting it from a cold rolling-thermal refined plate having specific solidus line temp., specific recrystallization finish temp. at the time of heating for brazing and specific crystal grain size upon the end of the recrystallization.

CONSTITUTION: The sagging-resistance Al alloy fin material for a heat exchanger is formed from a cold rolling-thermal refined plate having  $\geq 620^{\circ}$  C solidus line temp., having recrystallization finish temp. in the range of  $350-550^{\circ}$  C at the time of heating for brazing and having  $\geq 300 \mu$  m average crystal grain size upon the end of the recrystallization and is hard to before when exposed to high temp. The Al alloy fin material having the above characteristics can be obtd. by suitably regulating the alloy componental compsn. such as Si and Zn and the manufacturing conditions in homogenizing, cold rolling, intermediate annealing, etc. In the use of the Al alloy fin material, the deformation of the fin material at the time of heating for brazing is reduced, the yield of manufactures is improved and its further thinning is permitted, by which the lightening in weight and cost reduction can be realized.

## ⑫ 公開特許公報(A) 平1-247542

⑤ Int. Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 平成1年(1989)10月3日

C 22 C 21/00

J-6813-4K

C 22 F 1/04

B-6793-4K

F 28 F 21/08

7380-3L 審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑬ 発明の名称 熱交換器用耐垂下性アルミニウム合金フィン材

⑰ 特 願 昭63-75157

⑱ 出 願 昭63(1988)3月29日

⑲ 発 明 者 戸 上 義 朗 栃木県日光市清滝桜ヶ丘町1番地 古河アルミニウム工業株式会社日光工場内

⑲ 発 明 者 石 川 和 徳 栃木県日光市清滝桜ヶ丘町1番地 古河アルミニウム工業株式会社日光工場内

⑲ 発 明 者 浅 見 重 則 栃木県日光市清滝桜ヶ丘町1番地 古河アルミニウム工業株式会社日光工場内

⑳ 出 願 人 古河アルミニウム工業株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

㉑ 代 理 人 弁理士 飯田 敏三

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

熱交換器用耐垂下性

アルミニウム合金フィン材

## 2. 特許請求の範囲

1. 固相線温度が620℃以上であり、ろう付け加熱時の再結晶終了温度が350～550℃の範囲にあり、かつ、その再結晶終了後の平均結晶粒径が300μm以上となるような、冷延調質板からなることを特徴とする熱交換器用耐垂下性アルミニウム合金フィン材。

## 3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は各種の熱交換器のフィンに使用されるアルミニウム合金フィン材に関し、特に高温にさらされる際に変形し難い熱交換器用アルミニウム合金フィン材に関する。

(従来技術)

一般にアルミニウム合金製熱交換器は、自動車のラジエーター、ヒーター及びクーラー用のコンデンサー、エバポレーターなどに広く使用されており、これらの熱交換器は、水等の温度媒体が流れるチューブあるいはパイプに、アルミニウム合金製のフィンをろう付けして組立てるのが普通であり、この場合のフィンとしては、芯材に予めろう材をクラッドしたフィン材(ブレイジングシート)やろう材がクラッドされていないベア材が、通常コルゲート加工されて用いられている。

(発明が解決しようとする問題点)

しかしながら、熱交換器を組立てる際のろう付けは600℃付近の高温で行われるため、この加熱によってフィンに高温変形が生じ歪や座屈などによって良好なろう付け性を確保できないなどの問題がしばしば発生していた。特に最近では熱交換器の軽量化及びコストダウンのためフィンのより一層の肉肉化が望まれており、ベア材及びブレイジングシートの芯材には高温で変形し難い材料であることが強く要望されるようになってきた。

(問題点を解決するための手段)

本発明者らは上述した従来のアルミニウム合金フィン材の問題点を克服するため鋭意研究を重ねた結果、加工を受けたフィン材のろう付け加熱時の垂下機構として低温における垂下と高温における垂下が存在し、そのうち低温における垂下には材料の再結晶温度、及び転位密度が影響し、また高温における垂下には材料の固相線温度及び再結晶粒の粒径がそれぞれ影響することを見出し本発明を完成するに至った。

すなわち本発明は、固相線温度が620℃以上であり、ろう付け加熱時の再結晶終了温度が350～550℃の範囲にあり、かつ、その再結晶終了後の平均結晶粒径が300μm以上となるような冷延調質板からなることを特徴とする熱交換器用耐垂下性アルミニウム合金フィン材を提供するものである。

次に本発明を詳細に説明する。

本発明のアルミニウム合金フィン材の有する固相線温度は620℃以上とする。

べりによる垂下が重なって垂下量が大きくなる。この温度は550℃を越えると著しい。

また本発明のアルミニウム合金フィン材の有する再結晶終了後の平均結晶粒径は300μm以上とする。前述のように、ろう付け加熱における垂下には低温における垂下と高温における垂下があり、高温における垂下は結晶粒界もしくは亜結晶粒界の粒界すべりによって生じるから、できるだけこれらの粒界面積を減らした方が耐垂下性が向上する。亜結晶粒界を含めた再結晶終了後の平均結晶粒径が300μm未満では高温における垂下が著しくなる。

なお、本発明のアルミニウム合金フィン材はベアフィン材、又はブレージングシートの場合は芯材が上記で特定した固相温度などを有するものである。

以上述べた固相線温度条件、再結晶終了温度条件及び再結晶終了後の粒径条件は、いずれか一つが満足されなくてもろう付け加熱における変形(歪、垂下)を確実に防止することができなく

一般にフィン材はろう付け時に約600℃付近に加熱されるが、材料の固相線温度がこの温度より低いものは、ろう付け時に強度が著しく低下し、耐垂下性が著しく劣化する。固相線温度がろう付け加熱温度より最低でも20℃以上高くなければ、どのように合金組織をコントロールしても垂下は避けられない。固相線温度620℃以上にするには、例えばSi、Znなどの固相線温度を著しく下げる元素の含有量を規制することにより実施することができる。

次に本発明においてアルミニウム合金材のろう付け加熱後の再結晶終了温度350～550℃の範囲とする。ろう付け加熱に際して低温における垂下は再結晶し始める温度から始まり、その垂下量は材料中の転位密度が大きくなるほど大きい。転位密度の大きい、すなわち再結晶終了温度の低い加工材は、低温から垂下が始まり、その垂下量は大きくなる。再結晶終了温度が350℃未満では垂下が著しい。また再結晶終了温度が高くなりすぎると再結晶に伴う垂下と高温における粒界す

る。

上述の条件を満足させる本発明のアルミニウム合金フィン材は、合金、成分組成、製造条件を適切に制御することにより製造することができる。合金組成はその固相線温度が620℃以上であれば特に限定されるものではなく、通常のベアフィン材もしくは合せ材の芯材を用いることができる。好ましくはAl-Mn系合金、Al-Mg-Si系合金、Al-Zr系合金等である。

本発明のアルミニウム合金フィン材の製造条件は、その合金組成により若干異なるが通常の均質化条件や冷間圧延条件、中間焼鈍条件を適切に組み合わせることによって上記条件を満足させた材を製造することができる。

このようにして得られる本発明のフィン材は硬質である。

なお本発明において再結晶終了温度は、ろう付け時の昇温において完全に再結晶が終了する温度を意味し、昇温速度や昇温のパターンによってわずかながら変化するが、通常においてはフィン材

を各温度に投入して10分間加熱した場合の軟化曲線から求めることができる。

また、本発明においてフィン材がブレージングシート(合せ材)の場合、その皮材は特に制限はなく、例えばJIS BA 4004合金やJIS BA 4343合金のようなAl-Si-Mg系やAl-Si系のアルミニウム合金を用いることができる。

#### (作用)

本発明のアルミニウム合金フィン材の固相線温度(融点)について説明すると、固相線温度は材料の高温における強度と密接な関係があり、鉄や銅など融点の高いものは高温強度が高いため、その材料中の組織状態がいかなるものであろうと垂下しない。したがって、材料強度向上のためにアルミニウムに種々の合金元素を添加してもその結果その材料の固相線温度が下がれば、ろう付け時の高温(約600℃付近)状態では著しく強度が低下し垂下は避けられない。本発明者等は固相線温度が620℃より低下すると、いかなる組織状

る。これは高温域で材料がすでに再結晶が完了した後でも起る現象で、このときの垂下量は、ろう付け加熱中の再結晶粒径が300μmより小さい場合に著しく、再結晶粒径が300μm以上であればその垂下量はかなり小さい。

この現象は非常に高温でしかも転位があまり存在しない状態でおこることから拡散クリープの一種によるものと考えられる。拡散クリープとは転位に関係なく結晶粒の面の間で物質が拡散によって移動することによって変形が生ずるというもので、したがって再結晶粒径が小さいものほど、また亜結晶粒界が残っていれば亜結晶粒径が小さいものほど変形しやすいことになり、これは実際の現象とうまく一致する。

#### (実施例)

次に本発明を実施例に基づきさらに詳細に説明する。

#### 実施例1

第1表に示す組成を有する10種のアルミニウム合金(合金符号A~J)を通常の方法により铸

造にしようとも著しい垂下がおこり、フィン材として不適であることを確認した。

しかし、固相線温度が上記の所定値以上であれば実際のろう付け加熱において常に垂下が防止されるというわけではなく、上記の条件に加えて加工材の場合材料の再結晶温度が大きく影響する。すなわち再結晶温度が低くなると垂下量が大きくなる。この現象は材料中の転位密度と密接な関係があり、材料中の転位密度が大きくなると再結晶温度は下がり、加工組織から再結晶組織となる際の転位を通した空孔の拡散等が低温においても生じ、結晶粒界の移動にともなって垂下が生じる。この低温における垂下は、材料が再結晶し始める温度から始まり、再結晶が完了すると一時的に止まる。またこの時の垂下量は材料中の転位密度が大きいほど、すなわち再結晶温度が下がるほど大きくなる。したがって垂下を防止するには再結晶温度を高くする必要がある。さらに結晶構造に由来する垂下機構には上記の比較的低温域における垂下のほかに高温域における垂下現象が含まれ

造し、その铸塊を面削後、520℃で6時間の均質化処理後、熱間圧延して厚さ3.5mmの熱間圧延板とした。次にこの熱間圧延板に冷間圧延を施した後、400℃で4時間の中間焼鈍後、5~90%の冷間圧延を施し、厚さ0.10mmのフィン材とした。得られたフィン材試料について下記方法により垂下試験を行うと同時に、再結晶温度、再結晶粒径(平均結晶粒径で示す)を求めた。結果を第2表に示す。また各合金について熱分析で固相線温度を測定した。その結果は第1表に示す。

#### (垂下試験)

垂下試験はフィン材から幅22mm、長さ60mmの試料(1)を作成し、これを第1図(イ)のよう台(2)上に固定具(3)を用いて長さ50mmの片持ちに保持し、大気中で30分間で昇温して600℃の温度で10分間加熱し、加熱後の供試材の先端部の距離を第1図(ロ)に示すように垂下量として測定した。この垂下量は小さいほど優れている。

第 1 表

合金符号	合 金 組 成 (重量%)										固相線溫度 (℃)
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ni	Zr	Ti	Al	
A	0.20	0.15	0.10	1.1	0.03	1.56	—	0.15	0.02	殘部	643
B	0.15	0.10	0.01	0.4	0.04	0.03	—	0.13	0.02	殘部	650
C	0.50	0.56	0.17	1.5	0.03	1.48	—	0.10	0.02	殘部	636
D	0.22	0.65	0.15	1.2	0.02	0.01	—	—	0.01	殘部	642
E	0.42	0.39	0.27	0.01	0.72	0.03	—	—	0.02	殘部	635
F	0.50	0.61	0.17	1.2	0.02	1.53	1.1	—	0.02	殘部	628
G	0.34	0.23	0.01	0.01	0.01	0.03	—	0.35	0.01	殘部	655
H	0.98	0.57	0.16	1.08	0.17	1.57	—	—	0.01	殘部	608
I	0.76	0.21	0.17	1.40	0.01	1.91	—	—	0.02	殘部	615
J	0.69	0.51	—	1.1	—	—	1.5	—	0.01	殘部	610

第 2 表

試料No.	合金符号	最終冷延率 (%)	再結晶終了 溫度 (℃)	再結晶粒徑 ( $\mu m$ )	垂下量 (mm)	本 免 明
1	A	20	510	2000	6.5	
2	B	25	500	1500	7.0	
3	C	30	450	550	7.5	
4	D	40	420	400	9.0	
5	E	15	410	350	9.5	
6	F	25	400	450	8.5	
7	G	40	430	500	8.0	比 較 例
8	A	90	340	100	33.0	
9	D	5	570	1200	29.0	
10	E	70	320	50	35.5	
11	H	20	430	700	41.0	
12	I	25	420	850	38.5	
13	J	30	390	800	37.0	
14	H	75	320	150	43.0	

第2表の結果から明らかなように、本発明のアルミニウム合金フィン材（No.1～7）は垂下量が小さく良好な耐垂下性を有している。これに対し、比較例フィン材（No.8～14）は垂下量が大きく、耐垂下性に劣る。

#### 実施例2

第1表に示す合金符号A、B、F、Iの組成を有するアルミニウム合金材を用いて芯材とし、その両面にJIS 4343合金を皮材として各10%の厚みになるように合せ、熱間圧延して3.5mmのクラッド材とした。次にこのクラッド材に冷間圧延を施した後、400℃で4時間の中間焼鈍後、5～90%の冷間圧延を施し、厚さ0.13mmのブレージングシートフィン材とした。得られたフィン材試料について真空度 $1 \times 10^{-4}$  torrで600℃に10分間加熱する垂下試験を実施するとともに、実施例1と同様にして再結晶終了温度、再結晶粒径を求めた。結果を第3表に示す。

第3表の結果から明らかなように、本発明のアルミニウム合金を芯材としたブレージングシートのフィン材（No.15～17）は垂下量が小さく耐垂下性に優れる。これに対し比較例フィン材（No.18、19）は耐垂下性に劣る。

#### （発明の効果）

本発明によれば、熱交換器フィン材用のペア材あるいはブレージングシートの芯材として耐垂下性に優れるアルミニウム合金フィン材が提供される。したがって、本発明のアルミニウム合金フィン材により熱交換器の組み立て時のろう付け加熱の際にフィン材の変形が極めて少なく、従来よりもさらに製品歩留りを向上させることができ、またより一層の疎肉化を可能にし、熱交換器の軽量化、コストダウンに顕著な効果を奏する。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は耐垂下性を評価するための垂下性試験方法の説明図である。

符号 1…フィン材、2…台、3…固定具

試料No.	合金符号	最終冷延率 (%)	再結晶終了 温度(℃)	再結晶粒径 (μm)	垂下量 (mm)	
					本	発明
15	A	30	490	1200	8.0	
16	B	20	460	1000	8.5	
17	F	25	420	500	9.5	
18	B	90	320	250	34.5	比較例
19	I	30	400	400	31.0	

第 1 図

